

REMARKS

I. Introduction

Applicants respectfully request reconsideration of the present application in view of the foregoing amendments and in view of the reasons that follow.

Claims 24, 26 and 34 are currently amended. Claim 44 is newly added. Claim 43 is being canceled.

This amendment and reply adds, cancels and amends claims in this application. A detailed listing of all claims that are, or were, in the application, irrespective of whether the claims remain under examination in the application, is presented, with an appropriate defined status identifier.

Upon entry of this Amendment, claims 24-42 and 44 will be pending in the application. Because the foregoing amendments do not introduce new matter, entry thereof by the Examiner is respectfully requested.

II. Response to Issues Raised by Examiner in Outstanding Office Action

a. Claim Rejections - 35 U.S.C. § 102

Claims 24, 25, 27, 30-34, 41, and 42 are rejected under 35 U.S.C. § 102 as being anticipated by Rusz (US 5,546,931). Applicants respectfully request reconsideration and withdrawal of the rejection.

The Office asserts that Rusz discloses a bypass valve, corresponding to element 47 of Rusz. Applicants respectfully disagree. First, there is no element 47 in Rusz. Second, assuming that the Office Action meant to assert that element 17 corresponds to the claimed bypass valve, this is incorrect, since element 17 of Rusz merely corresponds to a “one-input, two-output” port which cannot be controlled to regulate the flow of gases to the respective two output ports. The standard definition of a valve connotes that it can be controlled in some manner, and clearly element 17 of Rusz does not meet these requirements. Third, assuming that the Office Action meant to refer to element 37 of Rusz as corresponding to the claimed bypass valve, this is also incorrect, since element 37 of Rusz is a pressure valve that

does not split a carrier gas stream into first and second carrier gas streams; rather, it only allows a certain amount of a carrier gas stream to pass through to the output of the valve 37.

Accordingly, since Rusz does not disclose or suggest a bypass valve as claimed, it cannot anticipate claim 24.

Furthermore, claim 24 has been amended to recite that the array of sensors are disposed downstream of the joining valve with respect to a flow direction of the anesthetic. See, for example, Figure 4 of the drawings. In Rusz, as seen in Figure 1 of that reference, flow-rate sensor 18 and temperature sensor 44 are disposed upstream of the joining port 19, which is not a valve. Only anesthetic concentration sensor 16 is provided downstream of the joining port 19, and thus Rusz does not anticipate claim 24 for this reason as well.

b. Claim Rejections - 35 U.S.C. § 103

Claims 28, 29, 35, and 36 are rejected under 35 U.S.C. § 103 as being obvious over Rusz in view of Lewis (US 5,571,401). Additionally, claims 26 and 37-40 are rejected under 35 U.S.C. § 103 as being obvious over Rusz in view of Georgieff (US 5,520,169).

Since neither Lewis nor Georgieff rectifies the above-mentioned deficiencies of Rusz, as provided above, all of the presently pending claims under rejection are patentable over the cited art of record, when taken as a whole.

c. New claim 44

Applicants consider new claim 44 patentable over the cited art of record because neither Rusz nor Lewis discloses or suggests a desorbing means that comprises a wire wrapped around the fluid concentrator plural times, and wherein the desorbing means removes unwanted gas contaminates and moisture from the fluid concentrator. Accordingly, Applicants request allowance of claim 44 for these additional reasons.

CONCLUSION

The present application is now in condition for allowance. Favorable reconsideration of the application as amended is respectfully requested.

The Examiner is invited to contact the undersigned by telephone if it is felt that a telephone interview would advance the prosecution of the present application.

The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required regarding this application under 37 C.F.R. §§ 1.16-1.17, or credit any overpayment, to Deposit Account No. 19-0741. Should no proper payment be enclosed herewith, as by a check being in the wrong amount, unsigned, post-dated, otherwise improper or informal or even entirely missing, the Commissioner is authorized to charge the unpaid amount to Deposit Account No. 19-0741. If any extensions of time are needed for timely acceptance of papers submitted herewith, Applicants hereby petition for such extension under 37 C.F.R. §1.136 and authorize payment of any such extensions fees to Deposit Account No. 19-0741.

Respectfully submitted,

Date November 21, 2006
FOLEY & LARDNER LLP
Customer Number: 22428
Telephone: (202) 672-5300
Facsimile: (202) 672-5399

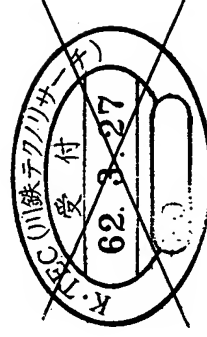
By Phillip J. Articola
Phillip J. Articola
Attorney for Applicants
Registration No. 38,819

Hand book of Iron and Steel Material

鉄鋼材料便覧

日本金属学会編
日本鉄鋼協会

Edited by The Japan Institute of Metals
and The Iron and Steel Institute of Japan



丸善株式会社
→ Maruzen Co., Ltd.

30	目次	31
19	ばね鋼	
19・1	熱処理ばね鋼 (上正原和典)	713
19・1・1	概要	713
19・1・2	化学成分	713
19・1・3	弾性率	715
19・1・4	焼入性	716
19・1・5	焼もどし性能曲線	717
19・1・6	表面状況と耐疲れ性	717
19・1・7	標準寸法と許容差	720
19・2	加工ばね鋼 (上正原和典)	720
19・2・1	概要	720
19・2・2	硬鋼線	720
19・2・3	ピアノ線	722
19・2・4	オイルテンパー線	724
19・2・5	炭素鋼帯	725
19・2・6	ステンレス鋼線	727
文 献		729
20	工 具 鋼	
20・1	炭素工具鋼と合金工具鋼 (近藤正男)	731
20・1・1	種類と化学成分	731
20・1・2	製造方法	736
20・1・3	品質と性質	737
20・1・4	工具鋼使用上の注意	741
20・1・5	炭素工具鋼	742
20・1・6	合金工具鋼	743
20・1・7	高速度鋼	744
20・1・8	中空鋼	746
20・2	工具鋼の熱処理 (近藤正男)	746
20・2・1	焼ならしと焼なまし	746
20・2・2	焼入れ	748
20・2・3	焼もどし	751
20・2・4	研削後の応力除去	752
20・2・5	塩浴と雰囲気炉	753
20・2・6	表面処理	754
20・3	切削用工具鋼 (近藤正男)	755
20・3・1	炭素工具鋼	755
20・3・2	合金工具鋼	757
20・3・3	高速度鋼	759
20・4	冷間成形用型鋼 (新持喜一郎)	760
20・4・1	冷間成形用型鋼の種類	760
20・4・2	主要な性質の比較	763
20・4・3	まとめ	766
20・5	熱間成形用型鋼 (新持喜一郎)	767
20・5・1	熱間成形用型鋼の種類	767
20・5・2	熱間ダイス鋼	767
20・5・3	鍛造用型鋼	771
20・5・4	プラスチック型鋼	773
20・6	ゲージ (日下邦男・水野博司)	773
20・6・1	ゲージ	773
20・6・2	ゲージ鋼の種類	773
20・6・3	ゲージ鋼の熱処理	777
20・7	みがき特殊帯鋼 (石田 総)	777
20・7・1	みがき特殊帯鋼の定義	777
20・7・2	寸法の許容差	777
20・7・3	帯鋼の性質	778
20・7・4	帯鋼の選択と加工上の注意	781
20・7・5	帯鋼表面はだの特徴	782
20・7・6	帯鋼の用途例	782
20・8	超硬合金 (三好章義)	783
20・8・1	緒 論	783
20・8・2	超硬合金の製造および加工	783
20・8・3	超硬合金の特性とその測定	785
20・8・4	超硬合金の応用	789
20・8・5	特殊超硬合金	793
20・8・6	セラミック工具材料	794
文 献		796
21	電 磁 気 材 料 electric and magnetic materials	
21・1	電気材料 (坂本光雄)	797
21・1・1	パイロタル	797
21・1・2	恒磁性材料	799
21・1・3	磁電器用ステンレスばね鋼	799
21・2	電子材料 (大槻太郎)	801
21・2・1	純 鉄	801
21・2・2	クラッド鉄	801
21・2・3	鉄合金	802
21・3	電熱材料 (川勝一郎)	804

21.3.1 電熱材料の概説	804
21.3.2 一般用電熱材料	805
21.3.3 特殊電熱材料、白金、モリブデン、タンタムなど MoSi_2	807
21.3.4 非金属電熱材料	807
21.4 磁性材料 (ソフト)	808
21.4.1 概 要	808
21.4.2 純 鉄	808
21.4.3 鉄-コバルト合金	809
21.4.4 鉄-アルミニウム合金	809
21.4.5 鉄-ニッケル高透磁率合金 (Permalloy)	809
21.4.6 フェライト	812
21.4.7 録音材料	813
21.5 磁性材料 (ケイ素鋼板)	814
21.5.1 概 説	814
21.5.2 種類と記号	818
21.5.3 用 途	819
21.5.4 最近の傾向	821
21.6 磁石材料	822
21.6.1 概 説	822
21.6.2 磁石材料	823
21.6.3 永久磁石の設計法と用途	829
21.7 特殊材料	829
21.7.1 インバー形合金	829
21.7.2 エリンバー形合金	832
21.7.3 ガラス封着用合金	833
文 献	834

22 鋳 鉄	
22.1 普通鋳鉄	837
22.1.1 概 要	837
22.1.2 物理的および機械的性質	840
22.1.3 その他の特性	843
22.2 強靱鋳鉄	846
22.2.1 強靱鋳鉄の一般的性質	847
22.2.2 強靱鋳鉄の種類	849
22.3 可鍛鋳鉄	852
22.3.1 概 説	852
22.3.2 製 造 法	853
22.3.3 物理的性質	854

21.5.1 General Information 21.5.3 Use
 21.5.2 Types and Symbols 21.5.4 Recent Trend

22.3.4 機械的性質	854
22.3.5 工業的性質	857
22.4 球状黒鉛鋳鉄	858
22.4.1 球状黒鉛鋳鉄の概要	858
22.4.2 球状黒鉛鋳鉄の種類	859
22.4.3 球状黒鉛鋳鉄の性質	859
22.4.4 球状黒鉛鋳鉄の化学成分	862
22.5 特殊鋳鉄	864
22.5.1 特殊鋳鉄の定義と分類	864
22.5.2 ニッケル鋳鉄	864
22.5.3 クロム鋳鉄	865
22.5.4 ニッケル・クロム鋳鉄	865
22.5.5 モリブデン鋳鉄	866
22.5.6 バナジウム鋳鉄	866
22.5.7 チタン鋳鉄	867
22.5.8 銅 鋳 鉄	868
22.5.9 アルミニウム鋳鉄	868
22.5.10 高ケイ素鋳鉄	869
22.5.11 オーステナイト鋳鉄	870
22.5.12 アンキユラー鋳鉄 (Acicular)	871
22.5.13 特殊白鉄 (合金チルド)	871
文 献	872
23 鋳 鋼	
23.1 普通鋼鋳鋼	873
23.1.1 鋳鋼の製造の知識	873
23.1.2 普通鋼鋳鋼の機械的性質とその他の性質	876
23.2 構造用合金鋼鋳鋼	881
23.2.1 概 説	881
23.2.2 種類と選択	883
23.2.3 構造用合金鋼鋳鋼の機械的性質と熱処理	884
23.2.4 各鋼種の性能および用途	886
23.3 ステンレス鋳鋼	892
23.3.1 Cr-ステンレス鋳鋼	892
23.3.2 Ni-Cr-ステンレス鋳鋼	893
23.3.3 実用ステンレス鋳鋼	894
23.3.4 特殊 Fe-Ni-Cr 合金鋳物	894
23.3.5 析出硬化形高カレンスレス鋳物	897
23.4 耐熱用鋳鋼	898

21・5 磁性材料 (ケイ素鋼板)

21・5・1 概説

磁性材料が工業的に用いられる電気回路のうち、その約75%を占める交流回路に最も適した材料は、ケイ素鋼板またはケイ素鋼帯で、熱間圧延による無方向性ケイ素鋼板と冷間圧延による無方向性および方向性ケイ素鋼帯の3つ(表21・13)が、日本工業規格により現在一般に製造市販されている。

a. 必要な性質 ケイ素鋼板に要求される性質としては、次のことが挙げられる¹³⁾。

- (1) 鉄損が小さく、機器の操作中電気エネルギーが熱エネルギーとして失われないこと。
- (2) したがって、ヒステリシス損と交流で用いる時の渦流損のいずれもが小さいこと。
- (3) 透磁率が大きく、機器の励磁に大きな電流を必要とせず、銅線を節約できること。
- (4) 飽和磁束密度が大きく、機器の出力を大きくし、鉄心を小形化できること。
- (5) 磁気ひずみが小さく、機器が周期的に磁化されても、騒音が高くないこと。
- (6) 時効が少なく、鉄心の特性が長時間使用しても劣化しないこと。
- (7) 占費率が低く、鉄心を緻密に組立てられること。
- (8) 加工性が良く、打抜やせん断で鉄心を容易に組立てられること。
- (9) 価格が低廉で、機器の製造原価を下げ大量生産が可能なこと。

b. ケイ素添加の理由 純鉄は多くの点で優れた磁性材料で、99.99%の純度では、最大透磁率約100000・ヒステリシス損約100 erg/cm²・cとなり、飽和磁束密度も約21.6 kGの高い値を持っているが¹⁰⁾、工業的に製造することは困難でまた電気抵抗が低い、ため交流回路には不適当である。この欠点を改良するため鉄にケイ素を添加すると、電気抵抗の増加(図21・13)による渦流損の減少のほか、ヒステリシス損の減少(表21・14)や時効の減少(図21・14)¹¹⁾を図

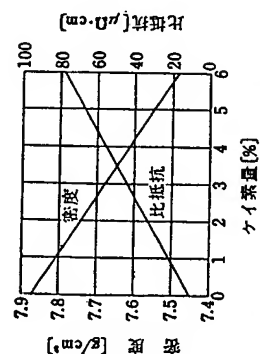


図 21・13 ケイ素鋼のケイ素量と密度および比抵抗

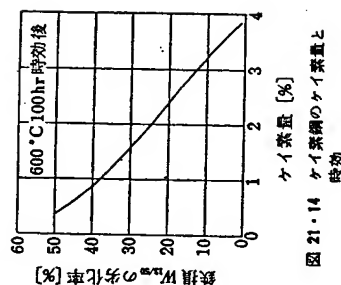


図 21・14 ケイ素鋼のケイ素量と時効

り、さらに同素変態の温度が上昇しケイ素約3%以上では変態がなくなる(図21・15)¹²⁾ので、焼なまし温度を高くして結晶粒を大きくし、ヒステリシス損の減少と低磁束密度における透磁率の増大を図ることができる。以上が鉄にケイ素を添加しケイ素鋼として用いる理由である。しかしながらケイ素の添加により、飽和磁束密度を下げ(図21・16)¹³⁾、材料を硬くもろくして

種類	方向性	圧延 方法	圧延 温度 [℃]	最大鉄損 [W/kg]		最小磁束密度[kG]		鉄小占損率[%]	
				$W_{10/50}$	$W_{15/50}$	B_{10}	B_{50}		
S 400	冷延	7.85	5.0 ⁽³⁾	6.4 ⁽³⁾	0.70	0.30	各厚さで共通	0.70	
S 300	冷延	7.85	3.7 ⁽³⁾	4.9 ⁽³⁾	0.50	0.35		0.50	
S 23F	熱延	7.75	2.30	2.70	0.30	0.30		0.30	
S 20	冷延	7.75	2.05 ⁽³⁾	2.30 ⁽³⁾	0.30	0.30		0.30	
S 18F	熱延	7.65	1.80	2.00	0.20	0.20		0.20	
S 18	冷延	7.65	1.80 ⁽³⁾	2.00 ⁽³⁾	0.20	0.20		0.20	
S 14F	熱延	7.55	1.45	1.65	0.15	0.15		0.15	
S 14	冷延	7.55	1.45 ⁽³⁾	1.65 ⁽³⁾	0.15	0.15		0.15	
S 12F	熱延	7.55	1.25	1.45	0.10	0.10		0.10	
S 12	冷延	7.65	1.25 ⁽³⁾	1.45 ⁽³⁾	0.10	0.10		0.10	
S 10F	熱延	7.55	1.05	1.05	0.05	0.05	0.05		
S 09F	熱延	7.55	0.90	0.90	0.05	0.05	0.05		
G 15	方向性	0.70 ⁽³⁾	0.72 ⁽³⁾	0.63 ⁽³⁾	0.58 ⁽³⁾	0.51 ⁽³⁾	0.47 ⁽³⁾		
G 13		0.61 ⁽³⁾	0.63 ⁽³⁾	0.58 ⁽³⁾	0.53 ⁽³⁾	0.49 ⁽³⁾			
G 12		0.56 ⁽³⁾	0.58 ⁽³⁾	0.53 ⁽³⁾	0.49 ⁽³⁾				
G 11		0.51 ⁽³⁾	0.53 ⁽³⁾	0.49 ⁽³⁾	0.47 ⁽³⁾				
G 10		0.47 ⁽³⁾	0.51 ⁽³⁾	0.49 ⁽³⁾	0.47 ⁽³⁾				
17.6	17.3	17.0	16.6	16.1					
18.2 ⁽³⁾	18.0 ⁽³⁾	17.8 ⁽³⁾	17.4 ⁽³⁾	17.0 ⁽³⁾					
18.6 ⁽³⁾	18.4 ⁽³⁾	18.2 ⁽³⁾	17.8 ⁽³⁾	17.4 ⁽³⁾					
19.0 ⁽³⁾	18.8 ⁽³⁾	18.6 ⁽³⁾	18.2 ⁽³⁾	17.8 ⁽³⁾					
19.4 ⁽³⁾	19.2 ⁽³⁾	19.0 ⁽³⁾	18.6 ⁽³⁾	18.2 ⁽³⁾					
19.8 ⁽³⁾	19.6 ⁽³⁾	19.4 ⁽³⁾	19.0 ⁽³⁾	18.6 ⁽³⁾					
20.2 ⁽³⁾	20.0 ⁽³⁾	19.8 ⁽³⁾	19.4 ⁽³⁾	19.0 ⁽³⁾					
20.6 ⁽³⁾	20.4 ⁽³⁾	20.2 ⁽³⁾	19.8 ⁽³⁾	19.4 ⁽³⁾					
21.0 ⁽³⁾	20.8 ⁽³⁾	20.6 ⁽³⁾	20.2 ⁽³⁾	19.8 ⁽³⁾					
21.4 ⁽³⁾	21.2 ⁽³⁾	21.0 ⁽³⁾	20.6 ⁽³⁾	20.2 ⁽³⁾					
21.8 ⁽³⁾	21.6 ⁽³⁾	21.4 ⁽³⁾	21.0 ⁽³⁾	20.6 ⁽³⁾					
22.2 ⁽³⁾	22.0 ⁽³⁾	21.8 ⁽³⁾	21.4 ⁽³⁾	21.0 ⁽³⁾					
22.6 ⁽³⁾	22.4 ⁽³⁾	22.2 ⁽³⁾	21.8 ⁽³⁾	21.4 ⁽³⁾					
23.0 ⁽³⁾	22.8 ⁽³⁾	22.6 ⁽³⁾	22.2 ⁽³⁾	21.8 ⁽³⁾					
23.4 ⁽³⁾	23.2 ⁽³⁾	23.0 ⁽³⁾	22.6 ⁽³⁾	22.2 ⁽³⁾					
23.8 ⁽³⁾	23.6 ⁽³⁾	23.4 ⁽³⁾	23.0 ⁽³⁾	22.6 ⁽³⁾					
24.2 ⁽³⁾	24.0 ⁽³⁾	23.8 ⁽³⁾	23.4 ⁽³⁾	23.0 ⁽³⁾					
24.6 ⁽³⁾	24.4 ⁽³⁾	24.2 ⁽³⁾	23.8 ⁽³⁾	23.4 ⁽³⁾					
25.0 ⁽³⁾	24.8 ⁽³⁾	24.6 ⁽³⁾	24.2 ⁽³⁾	23.8 ⁽³⁾					
25.4 ⁽³⁾	25.2 ⁽³⁾	25.0 ⁽³⁾	24.6 ⁽³⁾	24.2 ⁽³⁾					
25.8 ⁽³⁾	25.6 ⁽³⁾	25.4 ⁽³⁾	25.0 ⁽³⁾	24.6 ⁽³⁾					
26.2 ⁽³⁾	26.0 ⁽³⁾	25.8 ⁽³⁾	25.4 ⁽³⁾	25.0 ⁽³⁾					
26.6 ⁽³⁾	26.4 ⁽³⁾	26.2 ⁽³⁾	25.8 ⁽³⁾	25.4 ⁽³⁾					
27.0 ⁽³⁾	26.8 ⁽³⁾	26.6 ⁽³⁾	26.2 ⁽³⁾	25.8 ⁽³⁾					
27.4 ⁽³⁾	27.2 ⁽³⁾	27.0 ⁽³⁾	26.6 ⁽³⁾	26.2 ⁽³⁾					
27.8 ⁽³⁾	27.6 ⁽³⁾	27.4 ⁽³⁾	27.0 ⁽³⁾	26.6 ⁽³⁾					
28.2 ⁽³⁾	28.0 ⁽³⁾	27.8 ⁽³⁾	27.4 ⁽³⁾	27.0 ⁽³⁾					
28.6 ⁽³⁾	28.4 ⁽³⁾	28.2 ⁽³⁾	27.8 ⁽³⁾	27.4 ⁽³⁾					
29.0 ⁽³⁾	28.8 ⁽³⁾	28.6 ⁽³⁾	28.2 ⁽³⁾	27.8 ⁽³⁾					
29.4 ⁽³⁾	29.2 ⁽³⁾	29.0 ⁽³⁾	28.6 ⁽³⁾	28.2 ⁽³⁾					
29.8 ⁽³⁾	29.6 ⁽³⁾	29.4 ⁽³⁾	29.0 ⁽³⁾	28.6 ⁽³⁾					
30.2 ⁽³⁾	30.0 ⁽³⁾	29.8 ⁽³⁾	29.4 ⁽³⁾	29.0 ⁽³⁾					
30.6 ⁽³⁾	30.4 ⁽³⁾	30.2 ⁽³⁾	29.8 ⁽³⁾	29.4 ⁽³⁾					
31.0 ⁽³⁾	30.8 ⁽³⁾	30.6 ⁽³⁾	30.2 ⁽³⁾	29.8 ⁽³⁾					
31.4 ⁽³⁾	31.2 ⁽³⁾	31.0 ⁽³⁾	30.6 ⁽³⁾	30.2 ⁽³⁾					
31.8 ⁽³⁾	31.6 ⁽³⁾	31.4 ⁽³⁾	31.0 ⁽³⁾	30.6 ⁽³⁾					
32.2 ⁽³⁾	32.0 ⁽³⁾	31.8 ⁽³⁾	31.4 ⁽³⁾	31.0 ⁽³⁾					
32.6 ⁽³⁾	32.4 ⁽³⁾	32.2 ⁽³⁾	31.8 ⁽³⁾	31.4 ⁽³⁾					
33.0 ⁽³⁾	32.8 ⁽³⁾	32.6 ⁽³⁾	32.2 ⁽³⁾	31.8 ⁽³⁾					
33.4 ⁽³⁾	33.2 ⁽³⁾	33.0 ⁽³⁾	32.6 ⁽³⁾	32.2 ⁽³⁾					
33.8 ⁽³⁾	33.6 ⁽³⁾	33.4 ⁽³⁾	33.0 ⁽³⁾	32.6 ⁽³⁾					
34.2 ⁽³⁾	34.0 ⁽³⁾	33.8 ⁽³⁾	33.4 ⁽³⁾	33.0 ⁽³⁾					
34.6 ⁽³⁾	34.4 ⁽³⁾	34.2 ⁽³⁾	33.8 ⁽³⁾	33.4 ⁽³⁾					
35.0 ⁽³⁾	34.8 ⁽³⁾	34.6 ⁽³⁾	34.2 ⁽³⁾	33.8 ⁽³⁾					
35.4 ⁽³⁾	35.2 ⁽³⁾	35.0 ⁽³⁾	34.6 ⁽³⁾	34.2 ⁽³⁾					
35.8 ⁽³⁾	35.6 ⁽³⁾	35.4 ⁽³⁾	35.0 ⁽³⁾	34.6 ⁽³⁾					
36.2 ⁽³⁾	36.0 ⁽³⁾	35.8 ⁽³⁾	35.4 ⁽³⁾	35.0 ⁽³⁾					
36.6 ⁽³⁾	36.4 ⁽³⁾	36.2 ⁽³⁾	35.8 ⁽³⁾	35.4 ⁽³⁾					
37.0 ⁽³⁾	36.8 ⁽³⁾	36.6 ⁽³⁾	36.2 ⁽³⁾	35.8 ⁽³⁾					
37.4 ⁽³⁾	37.2 ⁽³⁾	37.0 ⁽³⁾	36.6 ⁽³⁾	36.2 ⁽³⁾					
37.8 ⁽³⁾	37.6 ⁽³⁾	37.4 ⁽³⁾	37.0 ⁽³⁾	36.6 ⁽³⁾					
38.2 ⁽³⁾	38.0 ⁽³⁾	37.8 ⁽³⁾	37.4 ⁽³⁾	37.0 ⁽³⁾					
38.6 ⁽³⁾	38.4 ⁽³⁾	38.2 ⁽³⁾	37.8 ⁽³⁾	37.4 ⁽³⁾					
39.0 ⁽³⁾	38.8 ⁽³⁾	38.6 ⁽³⁾	38.2 ⁽³⁾	37.8 ⁽³⁾					
39.4 ⁽³⁾	39.2 ⁽³⁾	39.0 ⁽³⁾	38.6 ⁽³⁾	38.2 ⁽³⁾					
39.8 ⁽³⁾	39.6 ⁽³⁾	39.4 ⁽³⁾	39.0 ⁽³⁾	38.6 ⁽³⁾					
40.2 ⁽³⁾	40.0 ⁽³⁾	39.8 ⁽³⁾	39.4 ⁽³⁾	39.0 ⁽³⁾					
40.6 ⁽³⁾	40.4 ⁽³⁾	40.2 ⁽³⁾	39.8 ⁽³⁾	39.4 ⁽³⁾					
41.0 ⁽³⁾	40.8 ⁽³⁾	40.6 ⁽³⁾	40.2 ⁽³⁾	39.8 ⁽³⁾					
41.4 ⁽³⁾	41.2 ⁽³⁾	41.0 ⁽³⁾	40.6 ⁽³⁾	40.2 ⁽³⁾					
41.8 ⁽³⁾	41.6 ⁽³⁾	41.4 ⁽³⁾	41.0 ⁽³⁾	40.6 ⁽³⁾					
42.2 ⁽³⁾	42.0 ⁽³⁾	41.8 ⁽³⁾	41.4 ⁽³⁾	41.0 ⁽³⁾					
42.6 ⁽³⁾	42.4 ⁽³⁾	42.2 ⁽³⁾	41.8 ⁽³⁾	41.4 ⁽³⁾					
43.0 ⁽³⁾	42.8 ⁽³⁾	42.6 ⁽³⁾	42.2 ⁽³⁾	41.8 ⁽³⁾					
43.4 ⁽³⁾	43.2 ⁽³⁾	43.0 ⁽³⁾	42.6 ⁽³⁾	42.2 ⁽³⁾					
43.8 ⁽³⁾	43.6 ⁽³⁾	43.4 ⁽³⁾	43.0 ⁽³⁾	42.6 ⁽³⁾					
44.2 ⁽³⁾	44.0 ⁽³⁾	43.8 ⁽³⁾	43.4 ⁽³⁾	43.0 ⁽³⁾					
44.6 ⁽³⁾	44.4 ⁽³⁾	44.2 ⁽³⁾	43.8 ⁽³⁾	43.4 ⁽³⁾					
45.0 ⁽³⁾	44.8 ⁽³⁾	44.6 ⁽³⁾	44.2 ⁽³⁾	43.8 ⁽³⁾					
45.4 ⁽³⁾	45.2 ⁽³⁾	45.0 ⁽³⁾	44.6 ⁽³⁾	44.2 ⁽³⁾					
45.8 ⁽³⁾	45.6 ⁽³⁾	45.4 ⁽³⁾	45.0 ⁽³⁾	44.6 ⁽³⁾					
46.2 ⁽³⁾	46.0 ⁽³⁾	45.8 ⁽³⁾	45.4 ⁽³⁾	45.0 ⁽³⁾					
46.6 ⁽³⁾	46.4 ⁽³⁾	46.2 ⁽³⁾	45.8 ⁽³⁾	45.4 ⁽³⁾					
47.0 ⁽³⁾	46.8 ⁽³⁾	46.6 ⁽³⁾	46.2 ⁽³⁾	45.8 ⁽³⁾					
47.4 ⁽³⁾	47.2 ⁽³⁾	47.0 ⁽³⁾	46.6 ⁽³⁾	46.2 ⁽³⁾					
47.8 ⁽³⁾	47.6 ⁽³⁾	47.4 ⁽³⁾	47.0 ⁽³⁾	46.6 ⁽³⁾					
48.2 ⁽³⁾	48.0 ⁽³⁾	47.8 ⁽³⁾	47.4 ⁽³⁾	47.0 ⁽³⁾					
48.6 ⁽³⁾	48.4 ⁽³⁾	48.2 ⁽³⁾	47.8 ⁽³⁾	47.4 ⁽³⁾					
49.0 ⁽³⁾	48.8 ⁽³⁾	48.6 ⁽³⁾	48.2 ⁽³⁾	47.8 ⁽³⁾					
49.4 ⁽³⁾	49.2 ⁽³⁾	49.0 ⁽³⁾	48.6 ⁽³⁾	48.2 ⁽³⁾					
49.8 ⁽³⁾	49.6 ⁽³⁾	49.4 ⁽³⁾	49.0 ⁽³⁾	48.6 ⁽³⁾					
50.2 ⁽³⁾	50.0 ⁽³⁾	49.8 ⁽³⁾	49.4 ⁽³⁾	49.0 ⁽³⁾					
50.6 ⁽³⁾	50.4 ⁽³⁾	50.2 ⁽³⁾	49.8 ⁽³⁾	49.4 ⁽³⁾					
51.0 ⁽³⁾	50.8 ⁽³⁾	50.6 ⁽³⁾	50.2 ⁽³⁾	49.8 ⁽³⁾					
51.4 ⁽³⁾	51.2 ⁽³⁾	51.0 ⁽³⁾	50.6 ⁽³⁾	50.2 ⁽³⁾					
51.8 ⁽³⁾	51.6 ⁽³⁾	51.4 ⁽³⁾	51.0 ⁽³⁾	50.6 ⁽³⁾					
52.2 ⁽³⁾	52.0 ⁽³⁾	51.8 ⁽³⁾	51.4 ⁽³⁾	51.0 ⁽³⁾					
52.6 ⁽³⁾	52.4 ⁽³⁾	52.2 ⁽³⁾	51.8 ⁽³⁾	51.4 ⁽³⁾					
53.0 ⁽³⁾	52.8 ⁽³⁾	52.6 ⁽³⁾	52.2 ⁽³⁾	51.8 ⁽³⁾					
53.4 ⁽³⁾	53.2 ⁽³⁾	53.0 ⁽³⁾	52.6 ⁽³⁾	52.2 ⁽³⁾					
53.8 ⁽³⁾	53.6 ⁽³⁾	53.4 ⁽³⁾	53.0 ⁽³⁾	52.6 ⁽³⁾					
54.2 ⁽³⁾	54.0 ⁽³⁾	53.8 ⁽³⁾	53.4 ⁽³⁾	53.0 ⁽³⁾					
54.6 ⁽³⁾	54.4 ⁽³⁾	54.2 ⁽³⁾	53.8 ⁽³⁾	53.4 ⁽³⁾					
55.0 ⁽³⁾	54.8 ⁽³⁾	54.6 ⁽³⁾	54.2 ⁽³⁾	53.8 ⁽³⁾					
55.4 ⁽³⁾	55.2 ⁽³⁾	55.0 ⁽³⁾	54.6 ⁽³⁾	54.2 ⁽³⁾					
55.8 ⁽³⁾	55.6 ⁽³⁾	55.4 ⁽³⁾	55.0 ⁽³⁾	54.6 ⁽³⁾					
56.2 ⁽³⁾	56.0 ⁽³⁾	55.8 ⁽³⁾	55.4 ⁽³⁾	55.0 ⁽³⁾					
56.6 ⁽³⁾	56.4 ⁽³⁾	56.2 ⁽³⁾	55.8 ⁽³⁾	55.4 ⁽³⁾					
57.0 ⁽³⁾	56.8 ⁽³⁾	56.6 ⁽³⁾	56.2 ⁽³⁾	55.8 ⁽³⁾					
57.4 ⁽³⁾	57.2 ⁽³⁾	57.0 ⁽³⁾	56.6 ⁽³⁾	56.2 ⁽³⁾					
57.8 ⁽³⁾	57.6 ⁽³⁾	57.4 ⁽³⁾	57.0 ⁽³⁾	56.6 ⁽³⁾					
58.2 ⁽³⁾	58.0 ⁽³⁾	57.8 ⁽³⁾	57.4 ⁽³⁾	57.0 ⁽³⁾					
58.6 ⁽³⁾	58.4 ⁽³⁾	58.2 ⁽³⁾	57.8 ⁽³⁾	57.4 ⁽³⁾					
59.0 ⁽³⁾	58.8 ⁽³⁾	58.6 ⁽³⁾	58.2 ⁽³⁾	57.8 ⁽³⁾					
59.4 ⁽³⁾	59.2 ⁽³⁾	59.0 ⁽³⁾	58.6 ⁽³⁾	58.2 ⁽³⁾					
59.8 ⁽³⁾	59.6 ⁽³⁾	59.4 ⁽³⁾	59.0 ⁽³⁾	58.6 ⁽³⁾					
60.2 ⁽³⁾	60.0 ⁽³⁾	59.8 ⁽³⁾	59.4 ⁽³⁾	59.0 ⁽³⁾					
60.6 ⁽³⁾	60.4 ⁽³⁾	60.2 ⁽³⁾	59.8 ⁽³⁾	59.4 ⁽³⁾					
61.0 ⁽³⁾	60.8 ⁽³⁾	60.6 ⁽³⁾	60.2 ⁽³⁾	59.8 ⁽³⁾					
61.4 ⁽³⁾	61.2 ⁽³⁾	61.0 ⁽³⁾	60.6 ⁽³⁾	60.2 ⁽³⁾					
61.8 ⁽³⁾	61.6 ⁽³⁾	61.4 ⁽³⁾	61.0 ⁽³⁾	60.6 ⁽³⁾					
62.2 ⁽³⁾	62.0 ⁽³⁾	61.8 ⁽³⁾	61.4 ⁽³⁾	61.0 ⁽³⁾					
62.6 ⁽³⁾	62.4 ⁽³⁾	62.2 ⁽³⁾	61.8 ⁽³⁾	61.4 ⁽³⁾					
63.0 ⁽³⁾	62.8 ⁽³⁾	62.6 ⁽³⁾	62.2 ⁽³⁾	61.8 ⁽³⁾					
63.4 ⁽³⁾	63.2 ⁽³⁾	63.0 ⁽³⁾	62.6 ⁽³⁾	62.2 ⁽³⁾					
63.8 ⁽³⁾	63.6 ⁽³⁾	63.4 ⁽³⁾	63.0 ⁽³⁾	62.6 ⁽³⁾					
64.2 ⁽³⁾	64.0 ⁽³⁾	63.8 ⁽³⁾	63.4 ⁽³⁾	63.0 ⁽³⁾					
64.6 ⁽³⁾	64.4 ⁽³⁾	64.2 ⁽³⁾	63.8 ⁽³⁾	63.4 ⁽³⁾					
65.0 ⁽³⁾	64.8 ⁽³⁾	64.6 ⁽³⁾	64.2 ⁽³⁾	63.8 ⁽³⁾					
65.4 ⁽³⁾	65.2 ⁽³⁾	65.0 ⁽³⁾	64.6 ⁽³⁾	64.2 ⁽³⁾					
65.8 ⁽³⁾	65.6 ⁽³⁾	65.4 ⁽³⁾	65.0 ⁽³⁾	64.6 ⁽³⁾					
66.2 ⁽³⁾	66.0 ⁽³⁾	65.8 ⁽³⁾	65.4 ⁽³⁾	65.0 ⁽³⁾					
66.6 ⁽³⁾	66.4 ⁽³⁾	66.2 ⁽³⁾	65.8 ⁽³⁾	65.4 ⁽³⁾					
67.0 ⁽³⁾	66.8 ⁽³⁾	66.6 ⁽³⁾	66.2 ⁽³⁾	65.8 ⁽³⁾					
67.4 ⁽³⁾	67.2 ⁽³⁾	67.0 ⁽³⁾	66.6 ⁽³⁾	66.2 ⁽³⁾					
67.8 ⁽³⁾	67.6 ⁽³⁾	67.4 ⁽³⁾	67.0 ⁽³⁾	66.6 ⁽³⁾					

鋼種	ケイ素含有量 [%]	比抵抗 [$\Omega \cdot \text{cm}$]	最大保磁力 [kg]	透磁率	磁化容易度				磁滞回線				引張強さ [kg/mm ²]	降伏点 [kg/mm ²]	伸び [%]	断面収縮率 [%]	試験方法
					H_{10}	H_{15}	B_{10}	B_{15}	$W_{10/50}$	$W_{15/50}$	$W_{10/100}$	$W_{15/100}$					
S40	0/0.3	21	2800	1.54	1.93	1.84	12.5	8.4	8.4	7.63	3.04	42	30	41	135	8	100
S30	0/0.8	24	3900	1.22	1.45	1.22	12.4	8.4	8.4	5.07	2.34	43	31	40	140	8	95
S23F	0.6/1.8	31	4900	0.75				8.4		1.46		37	26	27	150	7	105
S22	0.6/1.8	30	5100	0.89	1.05	1.05	11.3	8.0	8.0	1.72	3.91	44	32	27	150	7	105
S18F	2.0/3.0	47	6200	0.63				7.9	10.0	1.44	3.21	46	33	36	160	8	75
S18	1.7/2.0	37	6500	0.61	0.72	0.72	9.3	7.7	7.7	1.21		46	36	22	190	7	70
S14F	3.0/4.0	52	7100	0.51				7.5		1.05		48	40	16	210	5	35
S14	2.5/3.5	46	7800	0.49	0.59	0.59	8.7	7.2	8.7	0.99	2.39	50	40	26	200	6	50
S12F	3.5/4.0	55	8200	0.43				7.5		0.88		51	40	26	200	6	50
S12	2.5/3.5	48	8700	0.44	0.51	0.51	8.5	6.9	8.5	0.84	2.16	52	42	28	210	6	45
S10F	3.5/5.0	59	9700	0.31				6.8		0.64		53	46	8	240	4	7
S09F	4.0/5.0	61	11200	0.23				5.9		0.52		55	49	5	260	3	4
G15	2.8/3.5	37000	0.15		0.15		12.3			0.61		36	55				30
G18		46000	0.12		0.12		12.5			0.50		36	55				30
G12		56000	0.10		0.10		12.7			0.41		36	55				30
G11		63000	0.09		0.09		13.0			0.34		36	55				30
G10		69000	0.07		0.07		13.1			0.24		36	55				30

(grain-oriented)
(non-oriented)

Price (10,000 yen/ton)
Elongation
YS
TS
Hysteresis loss
Table 21-14
max. permeability
Silicon content
Resistivity

表 21-14 ケイ素鋼板の磁気的性質および機械的性質はすべて圧延方向に平行な時の値。3) 鋼板は 0.35mm 厚でつくられており、試験片は厚さ方向に圧延方向に平行な時に試験する。

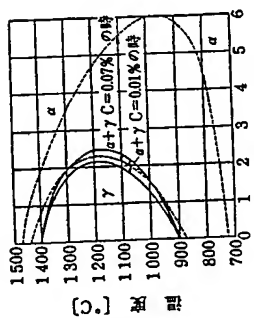


図 21-15 ケイ素鋼の r 領域

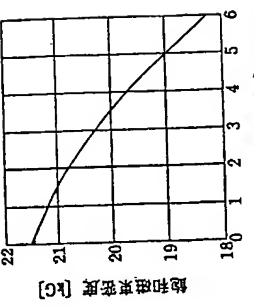


図 21-16 ケイ素鋼の r 領域と飽和磁束密度

c. 製造上の方針 ケイ素の添加により鉄の交流特性は改良されるが、はじめに列挙したいろいろな要求を満たすため、ケイ素鋼板の製造には次の点にも考慮が払われている。
1) 磁壁の移動や磁区回転を容易にするため、溶解および焼なましなどの処理で、炭素・イオウ・酸素・窒素などの侵入不純物をできるだけ低くし、ヒステリシス損の減少、透磁率の増大および時効の減少を図る。適当に分散した硫化物や鹽化物を利用し希望の方向性を発達させるため、製造中 2, 3 の特定元素を故意に添加することがあっても、最後の熱処理ではやはりその除去を図る。
ii) 磁化容易軸 (図 21-17 および図 21-18) が圧延方向に平行な優越方位を発達させ、ヒステリシス損の減少と高磁束密度における透磁率の増大を図る。

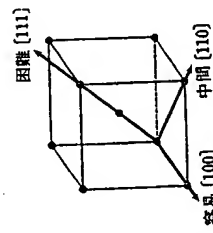


図 21-17 ケイ素鋼のおもな結晶方位と磁化の容易軸

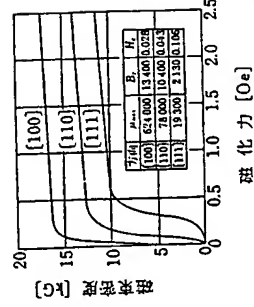


図 21-18 ケイ素鋼結晶のおもな結晶方位と磁化曲線

- iii) 板の厚さをできるだけ薄くして、渦流損の減少を図る。
- iv) 熱間圧延よりは冷間圧延で仕上げ、板表面の酸化物を除き平滑にし、厚さも均一にして、占領率の増大と加工性の改良を図る。
- v) 板表面に占領率を劣化させないような、数ミクロン程度のきわめて薄い電気絶縁皮膜を施し、鉄心組立時の層間損の減少を図る。

21・5・2 種 類 と 記 号

ケイ素鋼板の日本工業規格は、表 21・13 に示されている約 20 種類である。それらの記号について、無方向性材料の頭文字 S は「ケイ素鋼」の、また方向性材料の頭文字 G は「方向性」の英語の頭文字からとったもので、次の 2 桁の数字は無方向性材料では 50 c/a・10 kG の、また方向性材料では 50 c/a・15 kG の時の厚さ 0.35 mm の板の最大鉄損の最初の 2 桁をとって表わしたもので、最後の F は熱間圧延鋼板に冷間圧延鋼板と区別するためつけられたものである。

a. 熱間圧延ケイ素鋼板

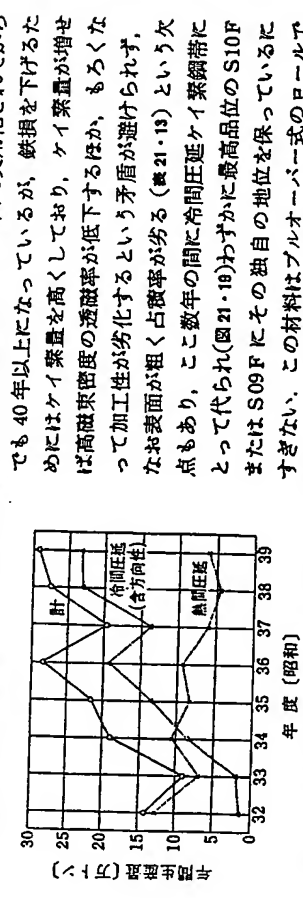


図 21・18 最近のわが国のケイ素鋼の年別生産量

1830, 760×3050 および 915×1830 mm² の 3 種の板状で供給されているが、これを溶接コイル状にして供給されている例もある。

b. 冷間圧延ケイ素鋼板

無方向性の冷間圧延ケイ素鋼板は、わが国で実用化されてから近々 10 年位にしかならないが、熱間圧延のものに比し、ケイ素量がやや少なくても同じ位の鉄損が得られ、したがって高磁束密度の透磁率も少し高くなり (表 21・13)、加工性も改善することができ、厚さや磁性も均一で酸化膜がなく表面平滑で占積率が 3.5% を越え、冷間圧延ケイ素鋼板をしいに駆逐している (図 21・19)。ただケイ素量が約 3.5% を越えると急激にもろくなり冷間圧延が困難になるため、S10 に相当する製品は最近市販されるようになっていくが、S09 に相当するものはまだ得られていない。この材料はストリップで圧延して帯状に仕上げられ、厚さは 0.35, 0.50 および 0.70 mm の 3 種、幅は 915 mm 以下使用者の要求する任意の幅にスリットされたコイル状で供給されているが、熱間圧延ケイ素鋼板と同じ大きな切板にせん断されることもあり、また幅も最大 1100 mm のものが製造されている例もある。

c. 方向性ケイ素鋼板

方向性の冷間圧延ケイ素鋼板もわが国では無方向性のものとはほぼ同じ時期に実用化されたが、これはケイ素鉄の磁気的性質が結晶学的方向により異なる (図 21・18) ことを利用したもので、最も磁化されやすい単位格子の立方体の稜の方向 (図 21・17) が圧延方向に平行な結晶粒により材料の大部分が占められている。方向性ケイ素鋼板では、この方

位をとる結晶粒の占める容積の大きいほど、またこの方位からのずれが少ないほど、その品位は高く、低鉄損高透磁率の特性が圧延方向できわめて著しくなる (表 21・13 および表 21・14)。この材料もストリップミルで圧延して帯状に仕上げられ、厚さは 0.30 および 0.35 mm の 2 種で、主として前者は巻鉄心用、後者は鉄心用であるが、幅は 760 mm 以下使用者の要求する任意の幅にスリットされたコイル状で供給されている。なお幅については最大 915 mm のものも製造されている。

21・5・3 用 途

表 21・15 に示されているように、熱間および冷間圧延ケイ素鋼板 (または帯) は、主として電動機や発電機に用いられ、S40 から 20 までは、磁極・磁鉄・磁電器・家庭電気用品用電動機・直流電動機および発電機・小形交流発電機などに、S18 から 12 までは、家庭電気用品用電動機・直流電動機および発電機・交流電動機および発電機・電圧調整用あるいは溶接用変圧器・電子機器出力変成器などに、S10 および 09 は、大形の車車およびタービン発電機・電力用および配電用変圧器・磁気増幅器の可飽和リアクトル・電子機器出力変成器・大形タービン発電機などに、特に効率のよいことが要求される分野にはほとんどこの材料が充たされている。

Table of choice

If you choose to use higher grade, the price of the sheet increases. 特定の用途に適したケイ素鋼板を選択するためには、はじめに掲げた諸条件の重要度に応じ、その種類や厚さを決定しなければならない。表 21・15 にも示されているように回転機・静止器いずれの場合でも、ある特定の用途に適当なものが 1 つの種類のまたは厚さしかないということはない。たとえば回転機で小形電動機に S40 から S20 までが適しているとしても、効率がそれほど重視されない時は、S40 または 30 の品位の低い種類や 0.70 とか 0.50 mm の厚い方の厚さを重視し、効率が重視される時は、S23 または 20 の品位の高い種類や 0.35 とか 0.50 mm の薄い方の厚さを重視することができ、品位の高い種類を選択すれば板の価格は上り (表 21・14) 厚さも薄いものを選択すれば価格が上るだけでなく、ラミネーション打抜の加工時間が増加したり、焼なまし・積重ね・取扱いに手間がかかり、鉄心の製造原価を大きくするが、効率の高い機器の設計製作に品位の低い厚さの厚い材料を選定してはならない。一方静止器のうち最も大切な変圧器では、材料選択の決定的な因子は軽量化であること、このほか操作設計値より大きな過電圧がかかっても耐えられることや、騒音発生量の少ないことなどが選択の基準になる。このため磁束密度がでるだけ高い材料を使用しなければならず、無方向性材料よりは方向性材料がずっと有利 (図 21・20) で、重量が少なくとも 15% は軽減することができ、高い磁束密度で動作させても、励磁電流や全鉄損を増大させることはなく、必要な銅線の量も少なくなり、磁気ひずみによる騒音も大きくなり、これらが変圧器材料の選択に当って、高品位の方向性ケイ素鋼板が、その価格の上昇にもかかわらず広く採用されている理由である。

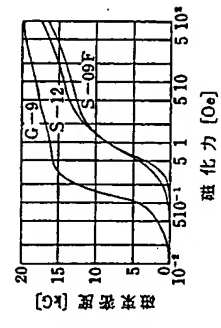


図 21・20 各種ケイ素鋼板の磁化曲線

技術調査小委員会

委員長	徳林	金属材料技術研究所	東田幸四郎	NKK
委員	河部	京都大学	徳田 章	金属材料技術研究所
	岩崎 正則	NKK	矢野 辰郎	大同特殊鋼
	大内 千秋	財団法人製造所	古岡 直	新日本製鐵
	大井 克二	川崎製鐵	松山 幸也	川崎製鐵
	大坪 俊治	NKK	三島 貞直	東京工業大学
	岡本 盛司	住友金属工業	宮下 永	新日本製鐵
	佐藤 敏	川崎製鐵	横辺 征一	住友金属工業
	千賀 昌一			

第155・156回西山記念技術講座 → The 155th and 156th Nishiyama Memorial Lectures
軟磁性材料の最近の進歩

Recent Progress in Soft Magnetic Steels

定 価 7,000円 (消費税本会負担)

会員割引価格 5,600円 (消費税本会負担)

発行日 平成7年2月1日

編集発行者 社団法人 日本鉄鋼協会

発行所 〒100 東京都千代田区大手町1-9-4

社団法人 日本鉄鋼協会

© COPYRIGHT 1995 社団法人 日本鉄鋼協会

複写される方に

本誌に収録された著作物を複写する場合は、本会が理事長を頭取している次の団体に所収を交して下さい。
学術委員会(出版委員会)出版センター支店
〒107 東京都千代田区有明3-4-1 TEL. (03) 3475-4621・5618 FAX. (03) 3403-1739

また、本会は上記団体を通じて米国 Copyright Clearance, Inc. と、また本会独自に米国 Institute for Scientific Information と複製権に関する協定を結び、互方に本誌を登録しています。従って、本誌において本誌を複製される場合は次のいずれかの団体の所収に従って下さい。

Copyright Clearance Center, Inc.
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA TEL. 001-1-508-750-8400 FAX. 001-1-508-750-4744

Institute for Scientific Information
3501 Market Street Philadelphia, PA 19104 USA TEL. 001-1-315-386-0100 FAX. 001-1-315-386-6362

First Published June 30, 1967 and Second Published in
November, 30, 19
Fifth Print of Second Publication in January 20, 1985

鉄鋼材料便覧

定価 15,000 円

昭和42年6月30日発行・昭和49年11月30日第2版発行
昭和60年1月20日第2版第5刷発行

© 1967

編 者 日 本 金 属 学 会
日 本 鉄 鋼 協 会
発 行 者 海 老 原 熊 雄

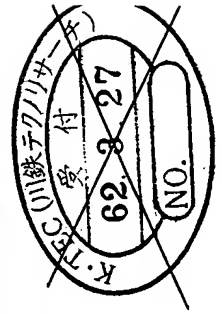
発 行 所 丸 善 株 式 会 社

購者との申合せ
により換印省略

郵便番号 103 東京都中央区日本橋二丁目3番10号

印刷 中央印刷株式会社・製本 株式会社 風共社

ISBN 4-621-02561-9 C3057



3. 主な用途と要求される特性

3.1 磁気特性と板厚

無方向性の電磁鋼板には、Si 添加量が多く鉄損が低い高級品位の鋼板から Si 添加量が少なく鉄損が高い低級品位の鋼板まである。JIS C2552 に示されているように Si を添加し鉄損が低くなると磁束密度が低下する傾向にある。磁気特性の例を表 2 に示す。低級品から高級品までの代表的な用途を表 3 に示す。大電力を消費する大型機器ではエネルギーロスを最小とするために低鉄損の高級品位のものが使用される。一方、家庭電気機器などの小型電動機の鉄心用としては鉄損は多少増加してもよいので Si を含まない価格の安い鋼板が使用されている。また打ち抜き加工後需要家で焼鈍されることを前提とし、圧延歪みを付加し粒成長性を改善した鋼板も米国では多量に使用されている。日本でも最近では比較的磁束密度が高く、かつ焼鈍による鉄損改善を考慮した鋼板の使用が増加している。これらの製品の鉄損と磁束密度の関係の例⁽¹⁾を図 5 に示す。典型的な電磁鋼板の製造工程を図 3 に示したが、通常の製品をフルプロセス製品、需要家で焼鈍処理される製品をセミプロセス製品と称する。JIS には板厚が 0.65、0.5、0.35mm の 3 種が示されている。一般に低級品位のものは需要家の積み工数節約のために厚さ 0.5mm のものが多く使用され、場合によってはさらに厚い 0.65mm のものも使用される。一方、鉄損の低いことが要求される高級品位の鋼板では厚さ 0.5mm に加えて 0.35mm の鋼板も製造されている。さらに板厚の薄い 0.2mm の鋼板も特殊な用途には使用されている。なお最近では JIS に表示されている

(1)

表 2 無方向性電磁鋼板の電気、磁気的特性の代表例 (川崎製鉄の RM コアの例)⁽¹⁾

(2) 種類		(5) 密度	(6) 固有抵抗	(7) 鉄 損				(8) 磁束密度			
JIS 対応規格	厚さ mm	kg/dm ³	$\mu\Omega\cdot\text{cm}$	W/10/50	W/15/50	W/10/60	W/15/60	B ₁₀	B ₂₅	B ₅₀	B ₁₀₀
35A210*	0.35	7.60	58	0.87	2.03	1.08	2.52	1.46	1.57	1.66	1.78
35A230			57	0.87	2.10	1.10	2.67	1.48	1.57	1.66	1.78
35A250			56	0.93	2.25	1.19	2.82	1.49	1.57	1.66	1.78
35A270		7.65	55	1.03	2.40	1.30	2.98	1.50	1.58	1.68	1.79
35A300			51	1.14	2.63	1.43	3.28	1.49	1.59	1.68	1.80
35A360			48	1.29	2.95	1.61	3.68	1.49	1.59	1.69	1.82
35A440		7.70	38	1.54	3.46	1.87	4.25	1.51	1.61	1.70	1.83
50A230*	0.50	7.60	58	0.99	2.25	1.25	2.80	1.48	1.57	1.66	1.78
50A250*			57	1.02	2.40	1.32	3.04	1.50	1.59	1.67	1.79
50A270			57	1.07	2.53	1.38	3.19	1.49	1.59	1.67	1.79
50A290			56	1.14	2.60	1.45	3.28	1.49	1.59	1.67	1.79
50A310			55	1.23	2.73	1.58	3.48	1.50	1.59	1.68	1.78
50A350		7.65	51	1.34	3.00	1.71	3.81	1.50	1.60	1.69	1.80
50A400			48	1.45	3.30	1.82	4.18	1.50	1.61	1.68	1.81
50A470		7.70	38	1.67	3.70	2.12	4.67	1.50	1.62	1.70	1.83
50A600		7.75	32	2.07	4.60	2.60	5.80	1.53	1.62	1.70	1.82
50A700		7.80	29	2.65	5.70	3.31	7.10	1.53	1.64	1.73	1.86
50A800			24	2.96	6.40	3.72	8.15	1.56	1.66	1.75	1.86
50A1000		7.85	20	3.31	7.20	4.19	9.39	1.57	1.66	1.76	1.87
50A1300			17	3.70	8.10	4.59	9.82	1.56	1.67	1.76	1.88

(9) *はJISには規定されていない。

Translation of Table 2, page 157, of "Recent Progress in Soft Magnetic Steels"

- (1) Table 2 Typical Examples of Electrical and Magnetic Properties of Non-Oriented Electrical Steel Sheets (Examples of "RM Core", Products of Kawasaki Steel Corporation)
- (2) Category
- (3) Grade According as JIS Standard
- (4) Thickness (mm)
- (5) Density (kg/dm³)
- (6) Resistivity ($\mu \Omega \cdot \text{cm}$)
- (7) Iron Loss (W/kg)
- (8) Magnetic Flux Density (T)
- (9) JIS does not rules for steel grades marked by "**"

Reference Excerpt from Table 2, Document F

Category		Magnetic Flux Density (T)
Grade According as JIS Standard	Thickness (mm)	B50
35A210*	0.35	1.66
35A230		1.66
35A250		1.66
35A270		1.68
35A300		1.68
35A360		1.69
35A440		1.70
50A230*	0.50	1.66
50A250*		1.67
50A270		1.67
50A290		1.67
50A310		1.68
50A350		1.69
50A400		1.68
50A470		1.70
50A600		1.70
50A700		1.73
50A800		1.75
50A1000		1.76
50A1300		1.76

JIS does not rules for steel grades marked by "*"